

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2005 EPO. All rts. reserv.

12082821

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 6291034 A2 19941018 <No. of Patents: 002>

HEAT TREATMENT OF THIN FILM (English)

Patent Assignee: SONY CORP

Author (Inventor): DARAMU PARU GOSAIN; SAMEJIMA TOSHIYUKI; HARA
MASATERU;

SANO NAOKI; KONO ATSUSHI; USUI SETSUO; JIYONASAN

UESUTOUOOTAA

IPC: *H01L-021/20; H01L-021/268; H01L-021/324

CA Abstract No: 122(24)304437P

Derwent WPI Acc No: C 95-002535

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 6291034	A2	19941018	JP 9396957	A	19930331
(BASIC)					
JP 3221149	B2	20011022	JP 9396957	A	19930331

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9396957 A 19930331

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04619134 ****Image available****

HEAT TREATMENT OF THIN FILM

PUB. NO.: **06-291034** [JP 6291034 A]

PUBLISHED: October 18, 1994 (19941018)

INVENTOR(s): DARAMU PARU GOSAIN

SAMEJIMA TOSHIYUKI

HARA MASATERU

SANO NAOKI

KONO ATSUSHI

USUI SETSUO

JIYONASAN UESUTOUOOTAA

APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 05-096957 [JP 9396957]

FILED: March 31, 1993 (19930331)

INTL CLASS: [5] H01L-021/20; H01L-021/268; H01L-021/324

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass
Conductors)

JOURNAL: Section: , Section No. FFFFFFFF, Vol. 94, No. 10, Pg. FFFFFFFF,
FF, FFFF (FFFFFFFFF)

ABSTRACT

PURPOSE: To form a polycrystalline thin film whose crystal grain size is large by a melting and recrystallization operation by effectively executing a heat treatment.

CONSTITUTION: A heating layer 2 which is composed of, e.g. a Ge film or an Mo film is formed on a substrate 1, and an Si thin film 4 is formed on it via an SiO(sub 2) film 3 as a buffer layer. The Si thin film 4 is first irradiated with a laser beam L1 having a wavelength which is transparent with reference to the Si thin film and whose absorption coefficient is large with reference to the heating layer 2, and the Si thin film 4 is then

irradiated with a laser beam L2 having a wavelength which is absorbed by the Si thin film 4 after a prescribed delay time has elapsed.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-291034

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 10 月 18 日

(51) Int. Cl. ⁵
H01L 21/20
21/268
21/324

識別記号
8122-4M
Z 8617-4M
M 8617-4M

F I

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-96957

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 3 月 31 日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 ダラム・パル・ゴサイン

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 鮫島 俊之

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 原 昌輝

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

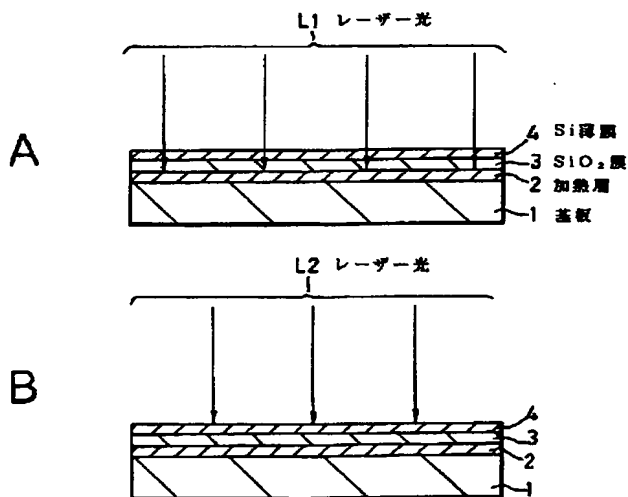
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜の熱処理方法

(57) 【要約】

【目的】 熱処理を効果的に行い、熔融再結晶化により結晶粒径が大きい多結晶の薄膜を形成する。

【構成】 基板 1 上に例えば Ge 膜や Mo 膜から成る加熱層 2 を形成し、その上にパuffers 層としての SiO₂ 膜 3 を介して Si 薄膜 4 を形成する。まず、Si 薄膜 4 に対して透明でかつ加熱層 2 に対する吸収係数が大きい波長を有するレーザー光 L1 を照射した後、所定の遅延時間を持たせて、Si 薄膜 4 によって吸収される波長を有するレーザー光 L2 を照射する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光照射により薄膜を熱処理するようにした薄膜の熱処理方法において、
上記薄膜を加熱層上に積層した構造体を形成した後、上記薄膜に対して実質的に透明でかつ上記加熱層によって吸収される第 1 の波長を有する第 1 の光を上記構造体に照射し、
次いで上記薄膜によって吸収される第 2 の波長を有する第 2 の光を上記構造体に照射するようにしたことを特徴とする薄膜の熱処理方法。

【請求項 2】 上記薄膜はバッファ層を介して上記加熱層上に積層されていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜の熱処理方法。

【請求項 3】 上記第 1 の波長は上記第 2 の波長よりも長いことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の薄膜の熱処理方法。

【請求項 4】 上記第 1 の光および上記第 2 の光はレーザー光であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の薄膜の熱処理方法。

【請求項 5】 上記薄膜は半導体薄膜であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の薄膜の熱処理方法。

【請求項 6】 上記半導体薄膜は Si 薄膜、Ge 薄膜または Si Ge 薄膜であることを特徴とする請求項 5 記載の薄膜の熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、薄膜の熱処理方法に関し、特に、光照射により半導体薄膜などの薄膜を熱処理する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、光照射により非晶質または多結晶の Si 薄膜を熱処理して結晶化を行う方法としては、次のような方法が知られている。

【0003】すなわち、第 1 の方法は、図 7 に示すように、基板 101 上に Si 薄膜 102 を形成した後、この Si 薄膜 102 に Si に対する吸収係数が大きい波長を有するレーザー光 L を照射することにより加熱溶融し、その後これを固化させる方法である。

【0004】また、第 2 の方法は、図 8 に示すように、基板 201 上に Si 薄膜 202 を形成した後、この Si 薄膜 202 によっては吸収されないが、基板 201 によって吸収される波長を有するレーザー光 L を Si 薄膜 202 を通して基板 201 に照射することによりこの基板 201 を加熱し、この基板 201 からの熱伝導で Si 薄膜 202 を加熱溶融し、その後これを固化させる方法である。

【0005】さらに、第 3 の方法は、図 9 に示すように、基板 301 上に第 1 層目の Si 薄膜 302 を形成し、さらにその上に SiO₂ 膜 303 を介して第 2 層目

の Si 薄膜 304 を形成した後、Si 薄膜 304 の上側および基板 301 の下側からレーザー光 L を照射して Si 薄膜 302 および Si 薄膜 304 を加熱溶融し、その後これを固化させる方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の第 1 の方法では、Si 薄膜 102 の最表層でレーザー光 L の全エネルギーが吸収されてしまうことから、結晶化を行うことが可能な Si 薄膜 102 の厚さは制限され、比較的に厚い Si 薄膜 102 の結晶化を行うことは困難である。また、基板 101 と溶融 Si との間の温度勾配は非常に急峻になることから、溶融 Si の固化速度は非常に大きくなり、このため固化後に得られる多結晶 Si 薄膜の結晶粒径は小さい。

【0007】また、上述の第 2 の方法では、レーザー光 L の照射により基板 201 が高温に加熱されるため、この基板 201 は高温に耐えられるものに限定され、ガラス基板などの低融点の基板を使用することは困難である。

【0008】さらに、上述の第 3 の方法では、基板 301 を通して第 1 層目の Si 薄膜 302 にレーザー光 L を照射するため、基板 301 はレーザー光 L に対して透明なものに限定されてしまう。また、例えば基板 301 と第 1 層目の Si 薄膜 302 との間に金属から成るパターンが形成されている場合には、このパターンにより基板 301 の下側から照射されるレーザー光 L が反射されてしまうため、この方法を用いることは困難である。

【0009】なお、特開昭 60-12129 号公報には、ポリシリコン（多結晶 Si）膜に第 1 の波長を有する光および第 2 の波長を有する光を同時に照射し、第 1 の波長を有する光はポリシリコンにおける吸収性の高い波長とし、第 2 の波長を有する光はポリシリコンに対して有意の吸収性を示さない波長としたポリシリコン膜のアニール処理方法が開示されているが、この方法は、第 1 の波長を有する光および第 2 の波長を有する光を同時に照射する点でこの発明による薄膜の熱処理方法と本質的に異なるものであり、得られる効果も別異のものである。

【0010】従って、この発明の目的は、薄膜の熱処理を効果的に行うことができ、この熱処理による溶融再結晶化により結晶粒径が大きい多結晶薄膜を得ることができる薄膜の熱処理方法を提供することにある。

【0011】この発明の他の目的は、比較的に厚い薄膜の溶融再結晶化を行うことができる薄膜の熱処理方法を提供することにある。

【0012】この発明の他の目的は、低融点の基板をも使用することができる薄膜の熱処理方法を提供することにある。

【0013】この発明の他の目的は、基板上に金属から成るパターンが形成されている場合にも支障を生じるこ

10

20

30

40

50

となく薄膜の熱処理を行うことができる薄膜の熱処理方法を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明による薄膜の熱処理方法は、光照射により薄膜 (4) を熱処理するようにした薄膜の熱処理方法において、薄膜 (4) を加熱層 (2) 上に積層した構造体を形成した後、薄膜 (4) に対して実質的に透明でかつ加熱層 (2) によって吸収される第 1 の波長を有する第 1 の光 (L 1) を構造体に照射し、次いで薄膜 (4) に

【 0 0 1 5 】薄膜 (4) は、好適には、加熱層 (2) との反応などを防止するため、バッファ層を介して加熱層 (2) 上に積層される。このバッファ層は、典型的には、例えば SiO_2 膜や SiN 膜などのような絶縁膜により形成される。

【 0 0 1 6 】第 1 の光 (L 1) の第 1 の波長および第 2 の光 (L 2) の第 2 の波長は、薄膜 (4) や加熱層 (2) の材料などに応じて選ばれるが、通常、第 1 の波長は第 2 の波長よりも長い。典型的には、第 1 の光 (L 1) は赤外光であり、第 2 の光 (L 2) は紫外光または可視光である。また、第 1 の光 (L 1) および第 2 の光 (L 2) としては、好適には、レーザー光が用いられる。

【 0 0 1 7 】薄膜 (4) は、例えば、 Si 薄膜や Ge 薄膜や SiGe 薄膜などの半導体薄膜であってよい。

【 0 0 1 8 】

【作用】上述のように構成されたこの発明による薄膜の熱処理方法によれば、薄膜 (4) を加熱層 (2) 上に積層した構造体を形成した後、薄膜 (4) に対して実質的に透明でかつ加熱層 (2) によって吸収される第 1 の波長を有する第 1 の光 (L 1) を構造体に照射した時、第 1 の光 (L 1) は加熱層 (2) によって吸収され、この加熱層 (2) は加熱される。次に、薄膜 (4) によって吸収される第 2 の波長を有する第 2 の光 (L 2) を構造体に照射すると、第 2 の光 (L 2) は薄膜 (4) によって吸収される。これによって、薄膜 (4) は加熱されて溶融し、その後の冷却により固化する。このようにして溶融再結晶化が行われて多結晶の薄膜が形成される。この場合、第 2 の光 (L 2) の照射による薄膜 (4) の加熱時には、この薄膜 (4) の下地である加熱層 (2) がすでに加熱されて高温になっているので、この薄膜

(4) はその両面から加熱されることになり、効果的に熱処理が行われる。このため、薄膜 (4) が比較的厚くても、その全体を高温に加熱して溶融させることができ、その後の固化により再結晶化を起こさせることができる。

【 0 0 1 9 】また、第 2 の光 (L 2) の照射による薄膜 (4) の加熱時における薄膜 (4) と加熱層 (2) との

間の温度勾配は小さくなるので、薄膜 (4) の溶融後の固化速度を小さくすることができ、これによって結晶粒径の大きな多結晶の薄膜を形成することができる。同様に、薄膜 (4) と加熱層 (2) との間にバッファ層を設ける場合も、第 2 の光 (L 2) の照射による薄膜 (4) の加熱時にこのバッファ層はその両面から加熱されるので、このバッファ層の温度は薄膜 (4) の温度とほぼ等しくなり、このため薄膜 (4) とバッファ層との間の温度勾配は小さくなる。これによって、薄膜 (4) の溶融後の固化速度を小さくすることができ、結晶粒径の大きな多結晶の薄膜を形成することができる。

【 0 0 2 0 】さらに、第 1 の光 (L 1) および第 2 の光 (L 2) はいずれも、薄膜 (4) 側から照射すればよいので、例えば基板上に金属から成るパターンが形成されている場合においても、何ら支障を生じることなく熱処理を行うことができる。さらにまた、基板を通して薄膜 (4) に光を照射する必要がないので、基板は透明なものに限定されない。同様に、基板自身を加熱層として用いる場合を除いて、第 1 の光 (L 1) および第 2 の光 (L 2) の照射によって基板を加熱する必要がないので、ガラス基板などの低融点の基板をも使用することができる。

【 0 0 2 1 】

【実施例】以下、この発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 2 】図 1 はこの発明の第 1 実施例による Si 薄膜の熱処理方法を示す。

【 0 0 2 3 】この第 1 実施例においては、図 1 A に示すように、基板 1 上に加熱層 2 を形成し、この加熱層 2 上にバッファ層としての SiO_2 膜 3 を介して Si 薄膜 4 を積層した構造体を形成し、この Si 薄膜 4 の熱処理を行う場合を考える。

【 0 0 2 4 】この場合、加熱層 2 としては、 Si に対して透明な波長を有する、後述のレーザー光 L_1 に対する吸収係数が大きい材料から成るものが用いられる。具体的には、レーザー光 L_1 として例えば YAG レーザーによる波長 $1.06 \mu\text{m}$ のレーザー光を用いる場合には、加熱層 2 として例えば Ge 層を用いることができる。また、レーザー光 L_1 として例えば CO_2 レーザーによる波長 $10.6 \mu\text{m}$ のレーザー光を用いる場合には、加熱層 2 として例えば Mo 膜や SiO_2 膜を用いることができる。

【 0 0 2 5 】典型的には、加熱層 2 の厚さは例えば 100 nm 程度、絶縁膜 3 の厚さは 200 nm 程度、 Si 薄膜 4 の厚さは $20 \sim 100 \text{ nm}$ である。

【 0 0 2 6 】さて、この第 1 実施例においては、上述のように構成された構造体に、まず、図 1 A に示すように、 Si に対して透明でかつ加熱層 2 に対する吸収係数が大きい波長を有するレーザー光 L_1 を照射する。すると、このレーザー光 L_1 は、 Si 薄膜 4 および SiO_2

膜3を通して加熱層2に照射され、この加熱層2によって吸収される。これによって、この加熱層2は高温に加熱される。加熱層2の材料によるが、具体的には、レーザー光L1としては、例えばYAGレーザーによる波長1.06 μ mのレーザー光やCO₂レーザーによる波長10.6 μ mのレーザー光などを用いることができる。

【0027】次に、上述のレーザー光L1の照射終了時から所定時間経過後に、図1Bに示すように、Siに対する吸収係数が高い紫外域または可視域の波長を有するレーザー光L2を構造体に照射する。具体的には、このレーザー光L2としては、XeClエキシマーレーザーによるレーザー光（波長308nm）やKrFエキシマーレーザーによるレーザー光（波長248nm）などのエキシマーレーザーによる紫外レーザー光を用いることができるほか、例えばYAGレーザーによる波長1.06 μ mのレーザー光を第3次高調波発生素子（THG）や第2次高調波発生素子（SHG）などの波長変換素子を用いて紫外域または可視域の波長にしたものを用いることもできる。

【0028】上述のようにして構造体に照射されたレーザー光L2は最上層のSi薄膜4で吸収される。この結果、このSi薄膜4は高温に加熱されて熔融し、その後の冷却により固化する。この冷却中には熔融SiからSiO₂、膜3中に熱が放出されるが、このSiO₂、膜3はその下側にある加熱された加熱層2によっても加熱されていることから、熔融SiとSiO₂、膜3との間の温度差は小さく、従って温度勾配も小さい。このように温度勾配が小さいことにより、熔融Siからの熱損失は少なく、従って熔融Siの冷却速度および固化速度は小さい。この結果、熔融再結晶化後に得られる多結晶Si薄膜の結晶粒径は極めて大きくなる。

【0029】図2にレーザー光L1およびレーザー光L2の照射のタイミングチャートを示す。この場合、レーザー光L1の照射終了後、レーザー光L2の照射を開始するまでの時間、すなわち遅延時間 τ は、加熱層2とSi薄膜4との間のSiO₂、膜3、より一般的にはバッファ層の厚さの関数となる。具体的には、この遅延時間 τ は、バッファ層の厚さLと次式に示すように関連している。

$$\tau > L^2 / D$$

ここで、Dはバッファ層の熱拡散係数である。 τ の数値の具体例を挙げると、例えばバッファ層としてのSiO₂、膜3の厚さが100nmであるとする、SiO₂に対するDの値は7.68 $\times 10^{-1}$ cm²/sであるから、上式より τ の下限は約13nsとなる。

【0030】なお、レーザー光L1およびレーザー光L2の照射の順序は、極めて重要である。なぜならば、もしレーザー光L2の照射を最初に行ってSi薄膜4を熔融させると、熔融Siの反射率は赤外域の波長の光に対して非常に大きいことから、その後に赤外域の波長のレ

ーザー光L1を照射しても熔融Siによる反射が大きい、ため、加熱層2を効率的に加熱することは困難となる。反射率の具体例を挙げると、波長10.6 μ mの赤外光に対して結晶Siの反射率は0.30であるのに対して熔融Siの反射率は0.85である。また、波長1.06 μ mの赤外光に対して結晶Siの反射率は0.30であるのに対して熔融Siの反射率は0.80である。

【0031】以上のように、この第1実施例によれば、Siに対して透明で加熱層2では吸収される波長を有するレーザー光L1を照射して加熱層2を加熱し、次いでSiに対する吸収係数が高い紫外域または可視域の波長を有するレーザー光L2を照射してSi薄膜4を高温に加熱して熔融させ、その後に固化させることにより、結晶粒径が大きい多結晶Si薄膜を容易に形成することができる。また、基板1は高温に加熱されず、しかもこの基板1を通してレーザー光を照射する必要もないため、基板1が透明なものに限定されず、また基板1としてガラス基板などの低融点の基板を使用することも可能である。さらに、この基板1上に金属から成るパターンが形成されていても何ら支障を生じない。

【0032】図3はこの発明の第2実施例によるSi薄膜の熱処理方法を示す。

【0033】図3に示すように、この第2実施例においては、基板11上に加熱層としてのGe膜12を形成し、このGe膜12上にバッファ層としてのSiO₂、膜13を介してSi薄膜14を積層した構造体を形成し、このSi薄膜14を熱処理する場合を考える。

【0034】この第2実施例においては、レーザー光L1およびレーザー光L2の光源として、例えばYAGレーザーから成る共通のレーザー光源15を用いる。この場合、レーザー光L1としては、このYAGレーザーから成るレーザー光源15から発振される波長1.06 μ mのレーザー光をそのまま用いる。また、レーザー光L2としては、レーザー光源15から発振される波長1.06 μ mのレーザー光をハーフミラーHM1を介して第3次高調波発生素子や第2次高調波発生素子のような波長変換素子16を通すことにより得られる波長353nmのレーザー光や波長503nmのレーザー光を用いる。なお、HM2はハーフミラーである。

【0035】そして、Si薄膜14の熱処理を行うには、まず、波長1.06nmのレーザー光L1を構造体に照射する。すると、このレーザー光L1は加熱層としてのGe膜12により吸収されてこのGe膜12は加熱される。次に、所定の遅延時間 τ を持たせて、波長353nmまたは波長503nmのレーザー光L2を構造体に照射する。すると、このレーザー光L2はSi薄膜14によって吸収されてこのSi薄膜14は高温に加熱され、熔融する。そして、その後の冷却によりこの熔融Siは固化し、多結晶Si薄膜が得られる。

【0036】この第2実施例によれば、第1実施例と同

様な効果を得ることができる。

【0037】図4はこの発明の第3実施例によるSi薄膜の熱処理方法を示す。

【0038】図4に示すように、この第3実施例においては、基板31上にバッファ層としてのSiN膜32を形成し、このSiN膜32上にSi薄膜33を積層した構造体を形成し、このSi薄膜33を熱処理する場合を考える。この場合、基板31自身を加熱層として用いるため、この基板31としては、後述のレーザー光L1に対する吸収係数が大きいガラス基板を用いる。

【0039】この第3実施例においては、レーザー光L1のレーザー光源34としてCO₂レーザーを用いるとともに、レーザー光L2のレーザー光源35としてエキシマーレーザーまたはYAGレーザーに第3次高調波発生素子（図示せず）を組み合わせたものを用いる。この場合、レーザー光L1としては、CO₂レーザーから成るレーザー光源34から発振される波長10.6μmのレーザー光をそのまま用いる。また、レーザー光L2としては、レーザー光源35として例えばXeClエキシマーレーザーを用いる場合には波長308nmのレーザー光を用い、レーザー光源35としてYAGレーザーに第3次高調波発生素子を組み合わせたものを用いる場合には波長353nmのレーザー光を用いる。

【0040】そして、Si薄膜33の熱処理を行うには、まず、レーザー光源34から発振される波長10.6μmのレーザー光L1を構造体に照射する。この波長10.6μmのレーザー光L1は、ガラス基板である基板31によって吸収される。この結果、この基板31は加熱される。次に、所定の遅延時間τを持たせて、レーザー光源35から発振される波長308nmまたは波長353nmのレーザー光L2を構造体に照射する。このレーザー光L2の照射によって、Si薄膜33が高温に加熱されて熔融し、その後の冷却によって多結晶Si薄膜が得られる。

【0041】この第3実施例によっても、第1実施例と同様な効果を得ることができる。

【0042】図5はこの発明の第4実施例によるSi薄膜の熱処理方法を示す。

【0043】図5に示すように、この第4実施例においては、基板1上に加熱層としてのMo膜42を形成し、このMo膜42上にバッファ層としてのSiN膜43を介してSi薄膜44を積層した構造体を形成し、このSi薄膜44を熱処理する場合を考える。

【0044】この第4実施例においては、第3実施例と同様に、レーザー光L1のレーザー光源45としてCO₂レーザーを用いるとともに、レーザー光L2のレーザー光源46としてエキシマーレーザーまたはYAGレーザーに第3次高調波発生素子（図示せず）を組み合わせたものを用いる。この場合、レーザー光L1の波長は10.6μmである。また、レーザー光L2の波長は、レ

ーザー光源46として例えばXeClエキシマーレーザーを用いる場合には308nmであり、レーザー光源46としてYAGレーザーに第3次高調波発生素子を組み合わせたものを用いる場合には353nmである。

【0045】そして、Si薄膜44の熱処理を行うには、まず、レーザー光源45から発振される波長10.6μmのレーザー光L1を構造体に照射する。この波長10.6μmのレーザー光L1は、Mo膜42によって吸収される。この結果、このMo膜42は加熱される。次に、所定の遅延時間τを持たせて、レーザー光源46から発振される例えば波長308nmまたは波長353nmのレーザー光L2を構造体に照射する。このレーザー光L2の照射によって、Si薄膜44が加熱されて熔融し、その後の冷却によって多結晶Si薄膜が得られる。

【0046】この第4実施例によっても、第1実施例と同様な効果を得ることができる。

【0047】図6はこの発明の第5実施例によるSi薄膜の熱処理方法を示す。ここで、図6Aは平面図、図6Bは図6Aの一断面図である。

【0048】図6Aおよび図6Bに示すように、この第5実施例においては、基板51上に長形状の形状を有する加熱層としてのGe膜52を互いに隣接して形成し、その上にSi薄膜53を積層した構造体を形成する。

【0049】そして、Si薄膜53を熱処理するには、まず、Siに対しては実質的に透明でGeに対しては吸収係数が大きい赤外域の波長を有するレーザー光L1を構造体に照射する。具体的には、このレーザー光L1としては、例えばYAGレーザーから発振される波長1.06μmのレーザー光をそのまま用いる。このレーザー光L1はGe膜52によって吸収され、その結果、このGe膜52が加熱される。次に、遅延時間τを持たせて、Siに対する吸収係数が大きい紫外域または可視域の波長のレーザー光L2を構造体に照射する。具体的には、このレーザー光L2としては、例えばXeClエキシマーレーザーから発振される波長308nmのレーザー光をそのまま用いたり、YAGレーザーから発振される波長1.06μmのレーザー光を例えば第3次高調波発生素子（図示せず）を通すことにより得られる波長353nmのレーザー光を用いる。

【0050】上述のレーザー光L2の照射によって、第1実施例と同様にしてSi薄膜53が熔融し、その後の冷却により再結晶化して多結晶Si薄膜が形成される。この場合、熔融Siと基板51との間の温度勾配は、レーザー光L1の照射によって加熱されたGe膜12の上側の部分よりも互いに隣接するGe膜52間の部分の方が大きいので、熔融Siが固化するときの核生成中心はGe膜52間の中間に位置する。そして、この核生成中心からその両側に向かって、図6A中矢印で示すように

核成長が起きる。

【0051】この第5実施例によれば、結晶粒径が十分に大きい多結晶Si薄膜を大面積にわたって容易に形成することができるという利点を得ることができる。

【0052】なお、表1に、熱処理を行うべき薄膜、その下地の加熱層、レーザー光L1の波長およびレーザー光L2の波長の組み合わせのいくつかの例を示す。

【0053】

表1

薄膜	加熱層	レーザー光L2の波長	レーザー光L1の波長
Si	Ge	196~500nm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	1.06μm (YAGなど)
Si	SiO ₂	196~500nm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	10.6μm (CO ₂ など)
Si	Mo	196~500nm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	2~10.6μm (CO ₂ など)
Ge	SiO ₂	196nm~3.0μm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	10.6μm (CO ₂ など)
Ge	Mo	196nm~3.0μm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	3~10.6μm (CO ₂ など)
SiGe	Mo	196nm~3.0μm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	3~10.6μm (CO ₂ など)
SiGe	SiO ₂	196nm~3.0μm (XeCl、KrF、 YAG+THGなど)	10.6μm (CO ₂ など)

【0054】以上、この発明の実施例について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施例に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、薄膜に対して実質的に透明でかつ加熱層によって吸収される第1の波長を有する第1の光を構造体に照射し、次いで薄膜によって吸収される第2の波長を有する第2の光を構造体に照射するようにしているので、薄膜の熱処理を効果的に行うことができ、これによって薄膜の熔融再結晶化により結晶粒径の大きい多結晶薄膜を得ることができる。また、比較的厚い薄膜の熔融再結晶化を行うこともできる。さらに、基板が透明なものに限定

されないばかりでなく、基板として低融点の基板をも用いることができる。しかも、基板上に金属から成るパターンが形成されている場合にも何ら支障を生じない。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例によるSi薄膜の熱処理方法を工程順に説明するための断面図である。

【図2】この発明の第1実施例によるSi薄膜の熱処理方法におけるレーザー光の照射のタイミングチャートである。

【図3】この発明の第2実施例によるSi薄膜の熱処理方法を説明するための略線図である。

【図4】この発明の第3実施例によるSi薄膜の熱処理方法を説明するための略線図である。

50 【図5】この発明の第4実施例によるSi薄膜の熱処理

方法を説明するための略線図である。

【図 6】この発明の第 5 実施例による Si 薄膜の熱処理方法を説明するための平面図および断面図である。

【図 7】従来の Si 薄膜の熱処理方法の一例を説明するための断面図である。

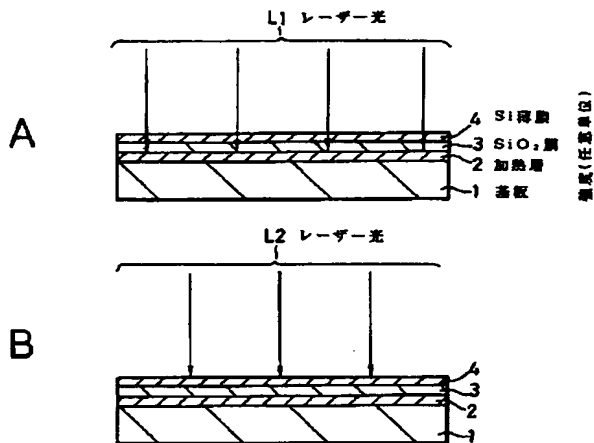
【図 8】従来の Si 薄膜の熱処理方法の他の例を説明するための断面図である。

【図 9】従来の Si 薄膜の熱処理方法のさらに他の例を説明するための断面図である。

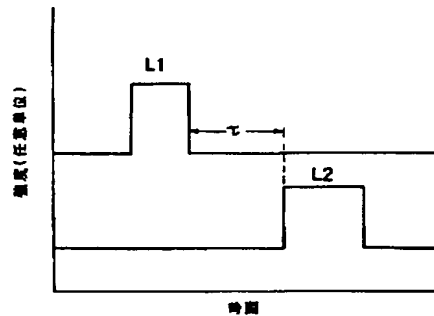
【符号の説明】

- 1、11、31、41、51 基板
2 加熱層
3、13 SiO₂ 膜
4、14、33、44、53 Si 薄膜
12 Ge 膜
32、43 SiN 膜
42 Mo 膜
L1、L2 レーザー光

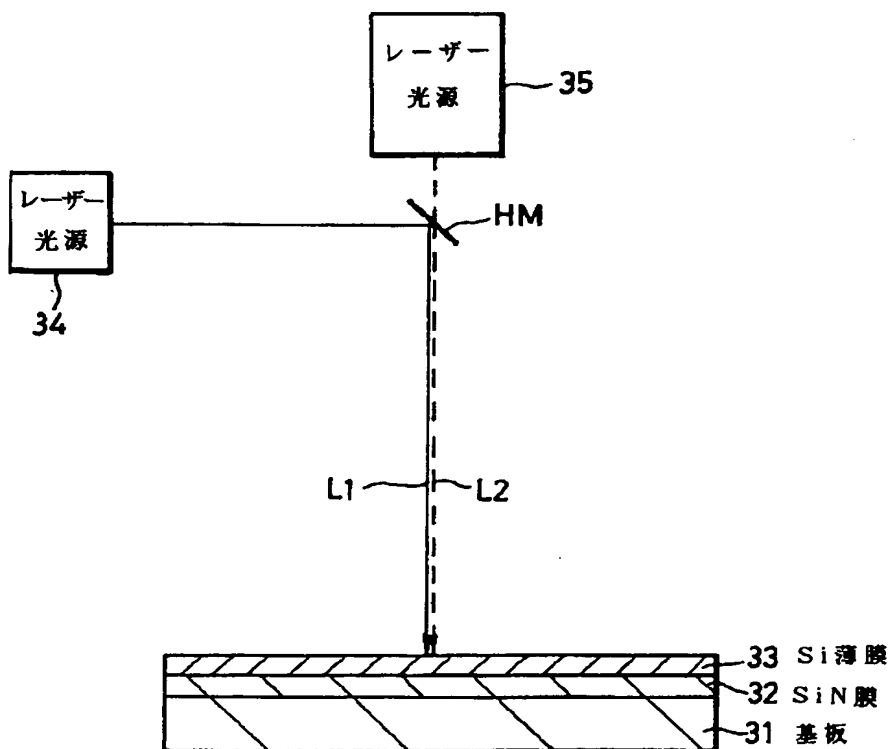
【図 1】



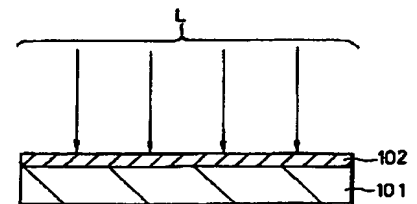
【図 2】



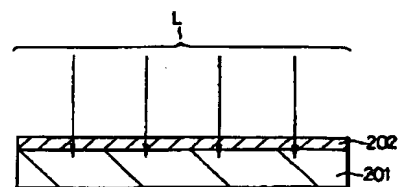
【図 4】



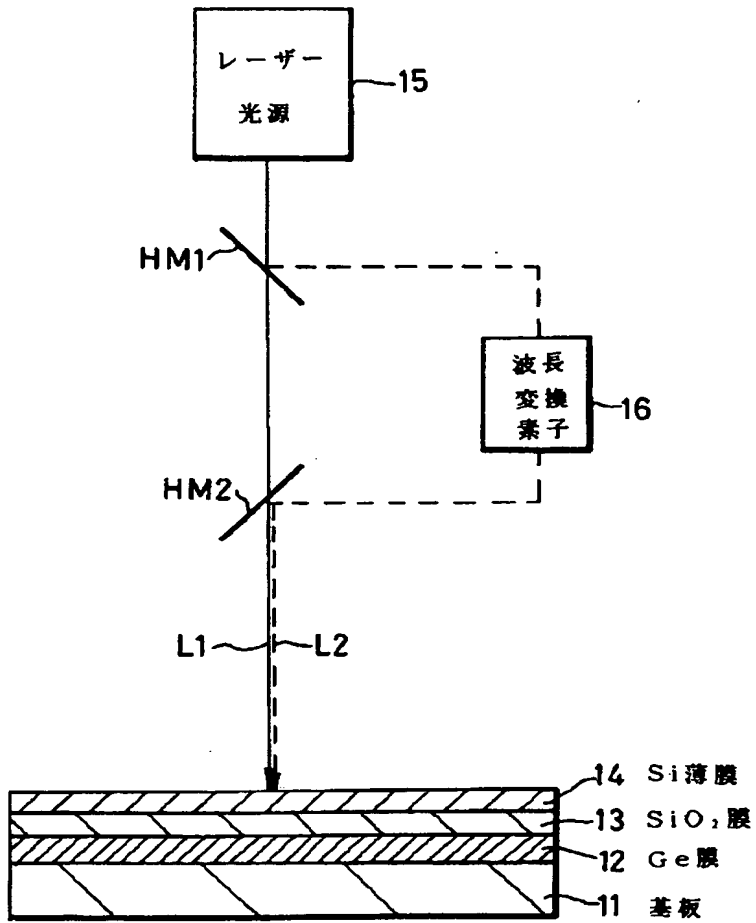
【図 7】



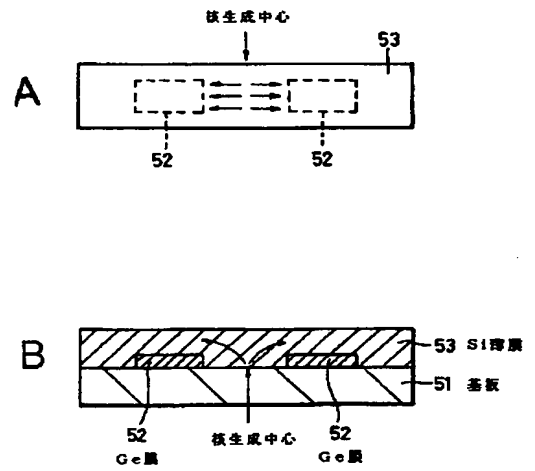
【図 8】



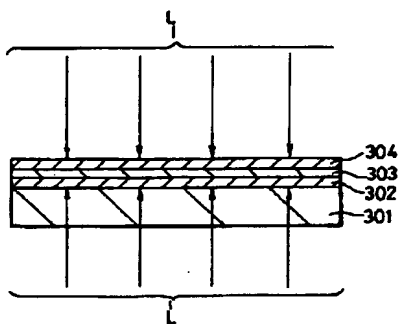
【図 3】



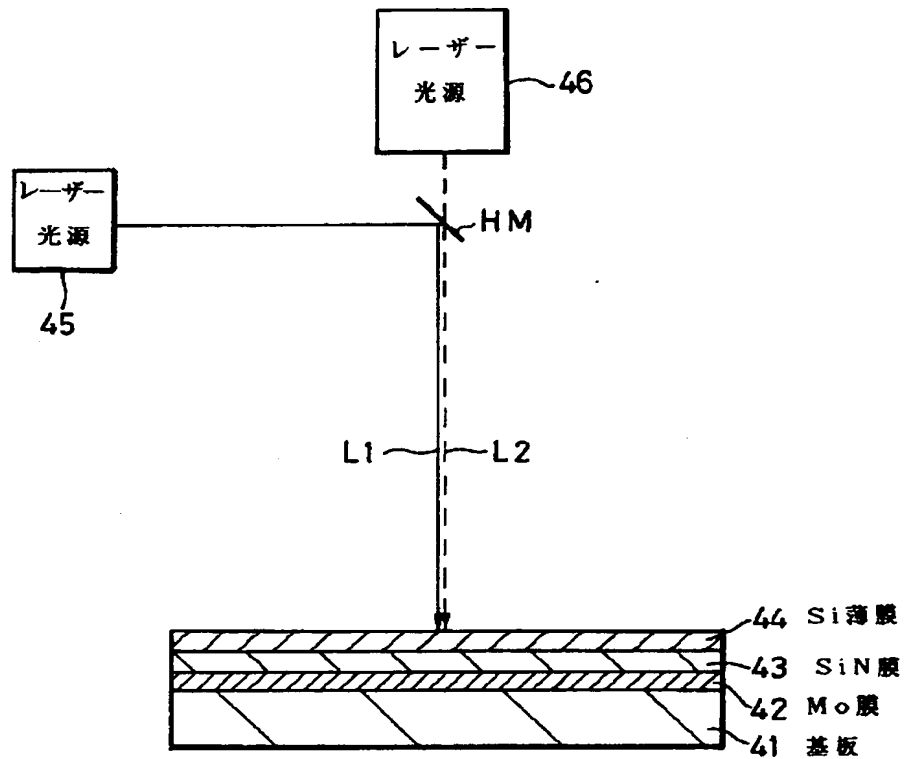
【図 6】



【図 9】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 佐野 直樹
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 香野 淳
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 碓井 節夫
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 ジョナサン・ウエストウオーター
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内